

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 工作機械に装着されて回転するとともに、軸方向に移動する回転工具において、前記工具の外周には、磁歪材料からなる磁歪層が形成されることを特徴とする回転工具。

【請求項2】 前記磁歪材料が、ニッケルである請求項1に記載の回転工具。

【請求項3】 前記工具の外周に切欠を有する請求項1または2に記載の回転工具。

【請求項4】 前記磁歪層が、シャンク部の外周に形成されるものである請求項1または2に記載の回転工具。

【請求項5】 前記磁歪層が、刃部の外周に形成されるものである請求項1または2に記載の回転工具。

【請求項6】 前記請求項1ないし5のいずれかに記載の回転工具を、その回転および軸方向の移動を許容する状態で支持するブッシュであって、前記工具にかかるトルクを非接触状態で測定する磁歪式のトルクセンサが、当該ブッシュに対して所定の位置関係で取り付けられてなることを特徴とするブッシュ。

【請求項7】 前記請求項3または5のいずれかに記載の回転工具と、前記工具を、回転および軸方向の移動を許容する状態で支持するブッシュと、前記ブッシュに取り付けられて前記工具にかかるトルクを非接触状態で測定する磁歪式のトルクセンサと、前記ブッシュに取り付けられて前記工具との距離を測定する距離センサとを備え、前記距離センサの出力に基づいて、前記トルクセンサの出力を取り込むことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項8】 前記磁歪式のトルクセンサが、互いに逆方向に巻回された第1、第2の巻線により略8の字状に形成される励磁コイルと、その励磁コイルと略同一形状の検出コイルと、それら両コイルを装着するための4本の柱状の磁心を有するコアとを備え、前記励磁コイルを構成する第1、第2の巻線の配置方向と、前記検出コイルの第1、第2の巻線の配置方向とを直交状態で重ね合わせて配置するとともに、前記各コイルの各巻線を前記4つの磁心のうち所定の隣接する2つの磁心の周囲に巻回し、かつ前記隣接する2つの磁心の配置方向を、前記工具の軸方向と平行または直交するようにした請求項6に記載のブッシュ。

【請求項9】 前記請求項1ないし5のいずれかに記載の回転工具と、前記請求項6または8に記載のブッシュと、前記回転工具が装着されるとともに、該回転工具を回転および移動させる工作機械と、前記ブッシュに取り付けられた前記トルクセンサの出力に基づいて、前記工作機械を制御する制御手段とを備えることを特徴とする工作機械システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、ドリルやリーマなどの回転工具、その回転工具を支持するブッシュお

よび回転工具にかかるトルクを検出するトルク検出装置ならびに工作機械システムに関する。

**【0002】**

【従来の技術】一般に、ドリルやリーマなどの回転工具によって穴あけ・切削・研磨その他の種々の加工を行う工作機械では、回転工具にかかっているトルクを検出することは、工具の破損・欠損の有無の検出及び予測を行う上で重要である。

【0003】このような回転軸にかかるトルクを検出するトルクセンサとして、例えば、磁歪式のトルクセンサがある。このトルクセンサは、磁気歪現象の一つである強磁性体に機械的な歪を与えた時に透磁率が変化する現象を利用したもので、トルクを検出すべき回転軸を鉄などの強磁性体で形成し、その軸体の側面に対向するようにブリッジを構成する2つのU字形コイル（U字状のコアの開放側両端脚部にコイルを巻回して構成される）を交差状に配置した構成となっている。

【0004】そして、一方のコアを回転軸の軸方向と平行に配置し、他方のコアを軸方向と直交する方向に配置する。換言すれば、上記2つのコアの各脚部は正方形の各頂点に位置するが、その正方形の各辺は、回転軸の軸方向に対して45度傾斜方向に位置することになる。

【0005】この状態で、その回転軸にトルクが加わると、捻られて軸の中心線に対して±45度の方向に引張応力と圧縮応力が生じ、これにより回転軸の透磁率が変化する。この透磁率の変化を、上記2つのコイルの一方に交流電流を流して励磁するとともに、他方のコイルから信号を取り出すことにより透磁率の変化分を検出し、その検出結果に基づいてトルクを求めるようになっている。

**【0006】**

【発明が解決しようとする課題】かかる磁歪式のトルクセンサを用いたトルクの測定においては、回転および軸方向への往復移動が許容されるドリルやリーマなどの回転工具に対して、この磁歪式トルクセンサを所定の位置関係で固定的に取り付け、回転および軸方向に移動する回転工具のトルクを測定することになる。

【0007】一般に、回転工具では、十分な硬さを得るために、焼き入れされており、この焼き入れの際の加熱から急冷の過程で発生する金属組織、残留応力の不均一に起因して磁気的な不均一が大きくなり、特に、回転工具の軸方向における磁気的な不均一によって磁歪式トルクセンサで測定されるトルクにばらつきが生じ、このため、正確にトルクを測定するのが困難になるという難点がある。

【0008】本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであって、磁気的な不均一を大幅に低減した回転工具を提供するとともに、該回転工具を支持し、かつトルクの測定に好適なブッシュを提供することを目的とし、さらに、それらを用いて回転工具にかかっているトルクを正

確に検出するトルク検出装置ならびに回転工具の破損等を防止できるようにした工作機械システムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では、上述の目的を達成するために、次のように構成している。

【0010】すなわち、請求項1の本発明は、工作機械に装着されて回転するとともに、軸方向に移動する回転工具において、前記工具の外周には、磁歪材料からなる磁歪層が形成されている。

【0011】請求項2の本発明は、請求項1の回転工具において、磁歪材料としてニッケルを用いている。

【0012】請求項3の本発明は、請求項1または2の回転工具において、工具の外周に切欠を有している。

【0013】請求項4の本発明は、請求項1または2の回転工具において、前記磁歪層が、シャンク部の外周に形成されている。

【0014】請求項5の本発明は、請求項1または2の回転工具において、前記磁歪層が、刃部の外周に形成されている。

【0015】請求項6の本発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の回転工具を、その回転および軸方向の移動を許容する状態で支持するブッシュであって、前記工具にかかるトルクを非接触状態で測定する磁歪式のトルクセンサが、当該ブッシュに対して所定の位置関係で取り付けられている。

【0016】請求項7の本発明のトルク検出装置は、請求項3または5のいずれかに記載の回転工具と、前記工具を、回転および軸方向の移動を許容する状態で支持するブッシュと、前記ブッシュに取り付けられて前記工具にかかるトルクを非接触状態で測定する磁歪式のトルクセンサと、前記ブッシュに取り付けられて前記工具との距離を測定する距離センサとを備え、前記距離センサの出力に基づいて、前記トルクセンサの出力を取り込むようにしている。

【0017】請求項8の本発明は、請求項6のブッシュに取り付けられる磁歪式のトルクセンサが、互いに逆方向に巻回された第1、第2の巻線により略8の字状に形成される励磁コイルと、その励磁コイルと略同一形状の検出コイルと、それら両コイルを装着するための4本の柱状の磁心を有するコアとを備え、前記励磁コイルを構成する第1、第2の巻線の配置方向と、前記検出コイルの第1、第2の巻線の配置方向とを直交状態で重ね合わせて配置するとともに、前記各コイルの各巻線を前記4つの磁心のうち所定の隣接する2つの磁心の周囲に巻回し、かつ前記隣接する2つの磁心の配置方向を、前記工具の軸方向と平行または直交するようにしている。

【0018】請求項9の本発明の工作機械システムは、請求項1ないし5のいずれかに記載の回転工具と、請求項6または8に記載のブッシュと、前記回転工具が装着

されるとともに、該回転工具を回転および移動させる工作機械と、前記ブッシュに取り付けられた前記トルクセンサの出力に基づいて、前記工作機械を制御する制御手段とを備えている。

【0019】

【作用】請求項1の本発明によれば、回転工具の外周には、磁歪材料からなる磁歪層が形成されているので、磁気的な不均一を大幅に低減でき、回転工具にかかるトルクを正確に測定できる。

10 【0020】請求項2の本発明によれば、磁歪材料としてニッケルを用いているので、均一な磁歪層の形成が容易であるとともに、十分な硬さを得ることができるので、焼き入れが不要である。

【0021】請求項3の本発明によれば、外周に切欠を有する回転工具、例えば、フルート（切り粉が切削位置から穴の方向へ抜けるための溝）を有するガンドリルなどに適用することにより、請求項1または2と同様の作用効果を奏する。

20 【0022】請求項4の本発明によれば、シャンク部に磁歪層を形成しているため、例えば、刃部に形成するのに比べて容易に形成できるとともに、トルクの検出が容易となる。

【0023】請求項5の本発明によれば、刃部に磁歪層を形成しているため、例えば、ストレートシャンク部でトルクを検出できないようなドリル等においても、磁歪層が形成された刃部でトルクを正確に測定できることになる。

30 【0024】請求項6の本発明のブッシュによれば、回転工具を、その回転および軸方向の移動を許容する状態で支持するとともに、磁歪式のトルクセンサが、当該ブッシュに対して所定の位置関係で取り付けられているので、トルクセンサと磁歪層が形成されている回転工具の外周面との位置関係（クリアランス）も所定の状態となり、回転工具の回転中はもちろん軸方向に移動しているときにもトルクの検出が可能となる。

40 【0025】請求項7の本発明のトルク検出装置によれば、切欠や刃部を有する回転工具においては、磁歪層が形成されたトルクの検出領域となる部分と、それ以外の部分とでは、その回転によって磁歪式のトルクセンサとの間のクリアランスが異なることになるが、距離センサの出力に基づいて、前記検出領域に対応する有効なトルクセンサの出力を取り込むので、切欠や刃部を有する回転工具においても、正確にトルクを検出できることになる。

50 【0026】請求項8の本発明のブッシュによれば、磁歪式のトルクセンサは、回転工具にトルクがかかっているときには、検出コイル側に出力がなく、トルクがかかるとそのトルクの大きさに応じた出力が検出コイル側に発生する。しかも、励磁コイル側に印加した交流信号に対し、検出コイル側に発生する出力信号の位相は、ト

ルクの正負により異なる。よって、出力の大きさ（有無を含む）並びにその位相を測定することにより、発生するトルクを検出することができる。しかも、各磁極面積が、センサ（コイル）の全体のほぼ半分となり、さらに各コイルの磁心の周囲に巻回したため、検出感度が向上する。

【0027】請求項9の本発明の工作機械システムによれば、磁気的な不均一が大幅に低減された回転工具にかかるトルクを、ブッシュに取り付けられた磁歪式のトルクセンサで検出し、それに基づいて、回転工具を駆動する工作機械の駆動を制御するので、回転工具の破損等を回避して安定した運転を確保できることになる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。

【0029】図1は、本発明の一実施例に係る工作機械システムの概略構成図であり、同図において、1は回転工具としてのガンドリル2が装着された工作機械、3はガンドリル2によって深穴加工が施されるワーク（被加工物）、4はガンドリル2を回転および往復移動自在に支持するブッシュ、5はこのブッシュ4に内蔵された磁歪式のトルクセンサ、6はこのトルクセンサ5の出力に基づいて、工作機械1の駆動を制御する制御手段、7はガンドリル2の折損を検知して表示する表示器である。

【0030】工作機械1は、ガンドリル2が装着されるスピンドル（主軸）8と、このスピンドル8を回転駆動するスピンドルモータ9と、これらを、ガンドリル2の軸方向（図1の左右方向）に往復移動させるフィードモータ10とを備えている。

【0031】制御手段6は、トルクセンサ5の出力を増幅するアンプ11と、このアンプ11の出力に基づいて、ガンドリル2の折損の予知を行うマイクロコンピュータ12と、このマイクロコンピュータ12およびアンプ11の出力に基づいて、工作機械1の各モータ9、10を制御する数値制御（NC）装置13とを備えている。マイクロコンピュータ12は、トルクセンサ5の出力が、予め定めたしきい値を越えたときには、折損を予知してモータ9、10の出力を低く制御し、また、数値制御装置13は、トルクセンサ5の出力に基づいて、折損を検知してモータ9、10を停止させるものである。

【0032】図2は、図1のガンドリル付近の拡大図であり、ガンドリル2は、チャック14を介してスピンドル8に装着されるとともに、透孔が形成されたブッシュ4に、回転および往復移動を許容する状態で支持されている。このブッシュ4は、ワーク3が載置されるテーブル15から延びるブッシュプレート15aに取り付けられている。このブッシュ4に、後述のようにして、ガンドリル2にかかるトルクを検出する磁歪式のトルクセンサ5が取り付けられている。

【0033】図3は、トルクセンサが取り付けられたブ

ッシュ付近の拡大断面図であり、図4は、その分解斜視図である。

【0034】ブッシュ4は、磁歪式のトルクセンサ5が取り付けられる角柱状の取付部16と、ブッシュプレート15aにねじ止めするための取付孔17aが形成されたフランジ部17と、円柱部18とを有するとともに、それら各部16、17、18の中心を貫通する透孔19を有しており、この透孔19をガンドリル2が挿通する。この透孔19の内径は、ガンドリル2の外径にほぼ一致させており、これにより、ブッシュ4の透孔19の内周面と、ガンドリル2の外周面とは摺動可能に密着し、両者の軸心は一致する。ブッシュの取付部16には、ガンドリル2が挿通する透孔19に直交するように、磁歪式のトルクセンサ5の検出端側を収納する収納孔20が形成されている。

【0035】この実施例の磁歪式のトルクセンサ5は、トルクセンサ本体5aと、樹脂製の2つのカバーケース5b、5cとを備えており、取付部材21を介してブッシュ4に取り付けられる。

【0036】取付部材21は、ブッシュ4の角柱状の取付部16にねじ止めするための取付孔22aを有するフランジ部22と、ブッシュ4の収納孔20に嵌合する円筒部23と、複数の切欠が形成された円錐台部24とを有しており、それら各部22、23、24を貫通する収納孔にトルクセンサ5を収納した状態で、前記円錐台部24をカシメてトルクセンサ5を収納固定する。

【0037】この実施例では、トルクセンサ本体5aは、図5の拡大図に示されるように、円柱状のブロック体に十字状の溝を切ることにより、4本の磁心たる脚部25a～25dが形成されたフェライトなどの透磁率の高いコア26に、同一形状からなる励磁コイル27と検出コイル28とを、その相対位置関係を90度ずらした状態で重ね合わせて配置している。また、ガンドリル2の外側表面に近接するようにして配置されるコア26の脚部25a～25dの開放端面は曲面状に切除加工され、ガンドリル2の外側表面との距離をできるだけ短くするようにしている。

【0038】励磁コイル27は、逆方向に所定の同一ターン数だけそれぞれ巻回された第1、第2の巻線29、30を備え、第1の巻線29は、脚部25a、25bの周囲を巻回し、第2の巻線30は、脚部25c、25dの周囲を巻回するようにしている。

【0039】これにより、両巻線29、30は、その平面形状が略半円状になり、その配置方向は平行になる。これにより、励磁コイル27に第1の巻線29側から電流を流すと、同図（B）に示すような方向で各巻線29、30内を電流が流れることになる。

【0040】同様に、検出コイル28は、コアの脚部25a、25dの周囲を所定ターン数だけ巻回するようにして構成される第1の巻線31と、その第1の巻線31

の巻回方向と逆方向に脚部25b, 25cの周囲を所定ターン数だけ巻回するようにして構成される第2の巻線32とから構成される。そして、この両巻線31, 32も、平面形状が略半円状で、配置方向が平行となる。

【0041】これにより、励磁コイル27の配置方向と、検出コイル28の配置方向とが、直交するようになる。また、両コイル27, 28は、それぞれ1本の線を所定方向に巻回することにより形成される。なお、各巻線の形成方法としては、一方の巻線（例えば第1の巻線29, 31）を所定回数だけ巻回した後、他方の巻線（例えば第2の巻線30, 32）を同一回数だけ逆方向に巻回するようにしてもよく、また、両方の巻線を交互に巻回するようにしてもよく、その巻線方法は任意である。

【0042】さらにこの実施例では、励磁コイル27の方を脚部25a~25dの開放側に配置し、しかも、励磁コイル27は開放側先端部に位置させる。一方、検出コイル28は、脚部25a~25dの根元側に位置させている。これにより、両コイル27, 28の脚部の軸方向での離反距離が長くなる。なお、本発明は、必ずしもかかる順に配置する必要はなく、逆（検出コイル28を脚部25a~25dの開放側に配置する）でもよく、また、いずれの配置であっても、両コイル27, 28を接近させた状態で配置してもよい。

【0043】かかる構成のトルクセンサ本体5aを、図3, 図4に示されるように、有底筒状のケース5bに収納するとともに、円筒状のケース5cを装着することによりトルクセンサ5が構成される。トルクセンサ5の両コイル27, 28の各両端は、ケース5bに形成された引き出し孔から2本のリード線33として引き出される。ケース5cのガンドリル2に臨む側の端面は、コア26の脚部25a~25dの開放側側面と同様に曲面状に切除加工されている。

【0044】このトルクセンサ5を、取付部材21を介してブッシュ4に取り付ける際に、コア26の脚部25a~25dの開放側端部の位置を、ブッシュ4の中心に対して精度よく位置合わせすることにより、ブッシュ4を挿通するガンドリル2に対するトルクセンサ5の相対位置、すなわち、脚部25a~25dの開放側端部とガンドリル2の外周面とのクリアランスも精度よく位置決めされる。しかも、トルクセンサ5は、ブッシュ4に対して固定されているため、ガンドリル2の回転・往復移動によってそのクリアランスが変動することも抑制される。

【0045】かかる構成にすることにより、電源から励磁コイル27に交流信号を流すと、電磁誘導により検出コイル28側に誘起電圧が誘起されて所定の交流信号が出力される。この時、ガンドリル2にトルクがかかると、逆磁歪効果によりガンドリル2の透磁率が変化するため両コイル27, 28間での結合次数が変わる。よつ

て、検出コイル28から出力される信号の振幅が変化する。この振幅を検出することにより、ガンドリル2に加わっているトルクの大きさを知ることができるものである。

【0046】この実施例では、ガンドリル2によるワーク3の切削の際には、ガンドリル2の軸方向の往復移動に伴って、ガンドリル2のストレートシャンク部が、トルクセンサ5の検出端に臨み、このストレートシャンク部にかかるトルクをトルクセンサ5で検出するようになっている。

【0047】ガンドリル2の透磁率は、微視的に見ると、磁氣的不均一が生じており、特に、ガンドリル2の往復移動に伴う軸方向での磁氣的不均一に起因してトルクセンサ5の検出信号がばらついて測定が困難になるという問題があるが、この実施例では、かかる問題点を解決するために、次のように構成している。

【0048】すなわち、この実施例のガンドリル2のストレートシャンク部の外周には、磁歪材料であるニッケルからなるメッキ層（磁歪層）34が形成されている。

【0049】このニッケルメッキ層34は、例えば、電気メッキ、無電解メッキ、スパックリング、電鍍あるいはプラズマ溶着などの方法によって形成され、この実施例では、その厚みを、 $250\mu\text{m}$ としている。

【0050】この実施例では、磁歪材料として、ニッケルを用いたけれども、本発明は、ニッケルに限るものではなく、Ni-Co合金、Ni-Co-Cr合金、Ni-Fe合金、Fe-Co合金、Fe-Al合金、Niフェライト、Ni-Coフェライト、Ni-Cu-Coフェライトなどの他の磁歪効果の大きな材料を用いることができる。

【0051】かかるニッケルメッキがストレートシャンク部に形成されたガンドリル2の製造手順を、図6に基づいて説明する。

【0052】先ず、同図(A)に示されるように、刃部2a、ストレートシャンク部2bおよび把持部2cをろう付けし、次に、同図(B)に示されるように、ニッケルメッキを施すべきストレートシャンク部2bを、メッキがのり易いようにきれいに仕上げ、同図(C)に示されるように、ストレートシャンク部2bにニッケルメッキ層34を形成する。メッキの端部は、メッキ厚が乱れ易く、磁氣的性質も乱れ易いので、同図(C)のようにシャンク直径をわずかに細くし、センシングに関係しないメッキ区間を作ってもよい。

【0053】このように、ガンドリル2には、その回転および軸方向の往復移動の際に、トルクセンサ5によってトルクが検出される検出領域であるストレートシャンク部2bの外周に、磁歪効果の大きな金属材料であるニッケルによるメッキ層34を形成したので、ガンドリル2の検出領域における磁氣的不均一が大幅に低減されることになり、これによって、ガンドリル2の往復移動に

伴う磁氣的不均一に起因する検出信号のばらつきが大幅に低減される。

【0054】図7は、この検出信号のばらつきの低減の効果を示す検出信号の波形図であり、同図(A)は、無負荷の状態において、ニッケルメッキ層34が形成されていない従来のガンドリルを使用したときのトルクセンサ5の出力を示し、同図(B)は、無負荷の状態において、ニッケルメッキ層34が形成されているこの実施例のガンドリル2を使用したときのトルクセンサ5の出力を示し、横軸は、ガンドリルの軸方向の移動量をそれぞれ示している。

【0055】この図から明らかなように、ニッケルメッキ層34のない従来のガンドリルでは、その軸方向の移動に伴って磁氣的不均一に起因する検出信号のばらつきが、約33kgf・cmと大きいけれども、ニッケルメッキ層34を有するこの実施例のガンドリル2では、軸方向の移動に伴う検出信号のばらつきが、約3.3kgf・cmとなり、1/10に大幅に低減された。

【0056】上述の実施例では、ガンドリル2のストレートシャンク部2bにニッケルメッキ層34を形成してトルクセンサ5でトルクを検出したけれども、短いドリルの場合には、トルクセンサ5によるトルクの検出領域が、刃部となり、この刃部が、ブッシュ4に回転および往復移動自在に支持されることになる。

【0057】このような短いドリルあるいはシャンク部にフルート（切り粉が切削位置から穴の方向へ抜けるための溝）を有するガンドリルに、本発明を適用して説明する。

【0058】例えば、図8に示される短いドリルに適用して説明する。同図(A)は、側面図、同図(B)は、刃部の断面図である。かかる短いドリル35では、ドリル35の軸方向の移動に伴って刃部36aがトルクの検出領域となるので、この刃部36のパッド部36aを除く円弧状の部分に、ニッケルメッキ層37を形成する。したがって、このドリル35の場合には、上述の実施例と同様の構成では、ニッケルメッキ層37が形成された部分と、それ以外の部分とでは、磁歪式のトルクセンサ5との間のクリアランスが異なることになり、このクリアランスの変動によってトルクセンサ5の励磁電流や励磁コイルのインピーダンス等は、直接影響を受けることになる。

【0059】そこで、この場合では、図9の概略図に示されるように、ブッシュ4には、トルクセンサ5の対向位置、すなわち、180度ずれた位置に、ドリル35のニッケルメッキ層37の部分を検出するための距離センサとしてのリニア近接センサ38を設けており、このリニア近接センサ38の出力に基づいて、ニッケルメッキ層37の部分のトルクセンサ5の検出信号を取り出すように構成している。

【0060】図10は、リニア近接センサ38およびト

ルクセンサ5の検出信号のタイムチャートである。リニア近接センサでは、ドリル35のパッド部36a、ニッケルメッキ層37の部分および溝部に対応する出力が得られ、トルクセンサ5では、リニア近接センサ38で検出されたニッケルメッキ層37の部分の位相を180度ずらした期間を、ニッケルメッキ層37の部分であるとして、そのときのトルクセンサ5の出力を取り込んで積算し、それを、ニッケルメッキ層37の部分として取り込んだ期間で除算することにより、平均のトルク値を算出するようにしている。

【0061】図11は、かかる平均のトルク値の算出手順を示すフローチャートである。

【0062】まず、ニッケルメッキ層37が形成されている部分が通過する周期を求め、刃の数によってその周期を補正し（ステップn1）、ニッケルメッキ層37の部分として取り込むべき期間Lを求め（ステップn2）、さらに、リニア近接センサ38で検出されたニッケルメッキ層37の部分の位相を180度をずらしてトルクセンサ5の出力を取り込んで積算し、積算値ΣVを得（ステップn3）、平均のトルクΣV/Lを算出する（ステップn4）。

【0063】以上の処理は、リニア近接センサ38およびトルクセンサ5の出力が与えられるマイクロコンピュータによって行われ、これらによって、本発明のトルク検出装置が構成される。

【0064】また、本発明の他の実施例として、ブッシュ4の透孔19内でドリルに振れがあってトルクセンサ5の出力が変動するような場合には、予め、無負荷の状態、ドリルを駆動したときの振れをリニア近接センサ38で検出して記憶しておき、実際の切削の際のトルクセンサ5の出力を、予め検出した振れに基づいて補正するようにしてもよい。

【0065】さらには、ドリルが異常に摩耗して切削中にドリルが振動したような場合には、リニア近接センサ38でその振動を検出して報知するように構成してもよい。

【0066】なお、本発明は、リニア近接センサ38に限るものではなく、光電センサや静電容量センサなどの他の距離センサを用いてもよい。

【0067】上述の実施例では、一軸の工作機械1に適用して説明したけれども、図12に示されるように、多軸の工作機械にも適用できるものである。なお、同図において、39はスピンドルを回転駆動するモータ、40は各スピンドル41の回転数を設定するギヤユニット、42はブッシュプレート43をガイドするガイドバー、44はドリル、45はトルクセンサ46が装着されたブッシュである。

【0068】また、本発明は、回転工具に磁歪層を形成し、トルクセンサを内蔵したブッシュを準備することにより、既存の工作機械にも容易にトルク検出機能を付加

1 1

することが可能である。

【0069】上述の実施例では、回転工具としてドリルに適用して説明したけれども、本発明はドリルに限るものではなく、リーマやエンドミルなどの他の回転工具にも適用できるのは勿論である。

【0070】本発明の磁歪式のトルクセンサは、上述の実施例の構成に限定されるものではなく、逆磁歪効果を利用して非接触でトルクを検出するものであればよい。

【0071】

【発明の効果】以上のように本発明の回転工具によれば、その外周には、磁歪材料からなる磁歪層が形成されているので、磁気的な不均一を大幅に低減でき、回転工具にかかるトルクを正確に測定できることになる。

【0072】また、磁歪材料としてニッケルを用いることにより、容易に均一な磁歪層を形成できるとともに、十分な硬さを得ることができ、焼き入れが不要となる。

【0073】本発明のブッシュによれば、回転工具を、その回転および軸方向の移動を許容する状態で支持するとともに、磁歪式のトルクセンサが、当該ブッシュに対して所定の位置関係で取り付けられているので、トルクセンサと磁歪層が形成されている回転工具の外周面との位置関係（クリアランス）も所定の状態となり、回転工具の回転中はもちろん軸方向に移動しているときにもトルクの検出が可能となる。

【0074】本発明のトルク検出装置によれば、外周に切欠を有するような回転工具であっても、正確にトルクを検出できることになる。

【0075】本発明の工作機械システムによれば、磁気的な不均一が大幅に低減された回転工具にかかるトルクを、ブッシュに取り付けられた磁歪式のトルクセンサで検出し、それに基づいて、回転工具を駆動する工作機械

1 2

の駆動を制御するので、回転工具の破損等を回避して安定した運転を確保できることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る工作機械システムの概略構成図である。

【図2】図1のガンドリル付近の拡大図である。

【図3】トルクセンサが取り付けられたブッシュ付近の拡大断面図である。

【図4】図3の分解斜視図である。

10 【図5】トルクセンサ本体を示す図である。

【図6】この実施例のガンドリルの製造手順を示す図である。

【図7】従来例と本実施例の検出信号の波形図である。

【図8】本発明の他の実施例のドリルを示す図である。

【図9】本発明の他の実施例のブッシュ付近の概略図である。

【図10】リニア近接センサおよびトルクセンサの検出信号のタイムチャートである。

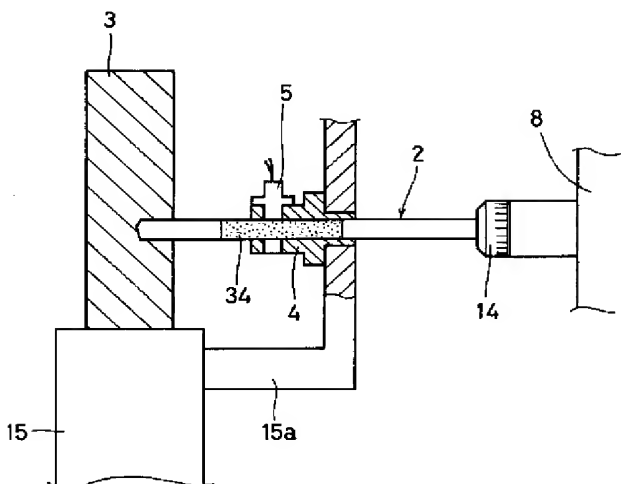
20 【図11】平均のトルク値の算出手順を示すフローチャートである。

【図12】本発明の他の実施例の斜視図である。

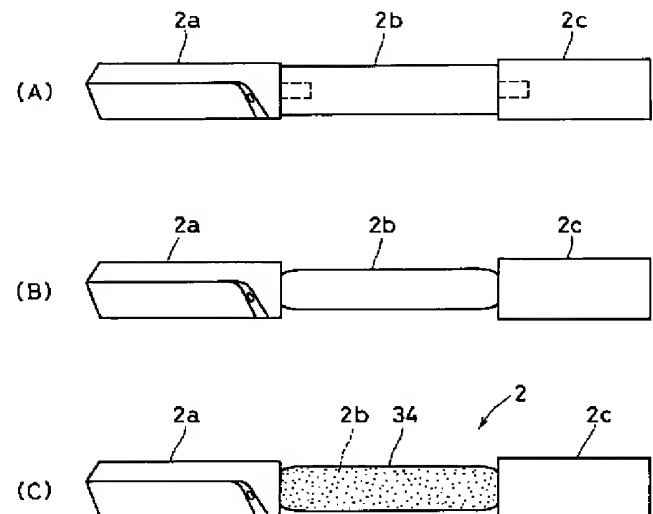
【符号の説明】

- |    |          |
|----|----------|
| 1  | 工作機械     |
| 2  | ガンドリル    |
| 4  | ブッシュ     |
| 5  | トルクセンサ   |
| 6  | 制御手段     |
| 27 | 励磁コイル    |
| 28 | 検出コイル    |
| 34 | メッキ層     |
| 38 | リニア近接センサ |

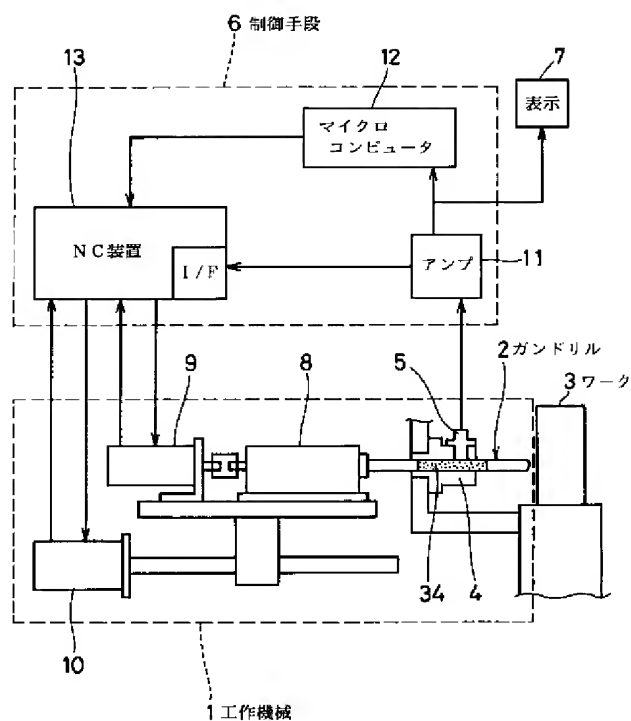
【図2】



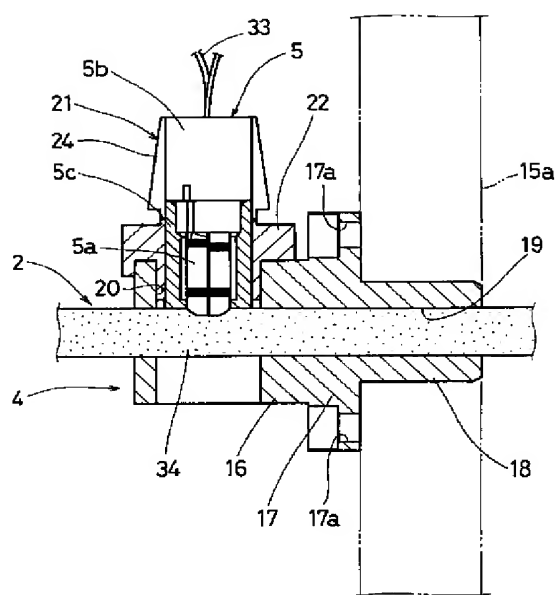
【図6】



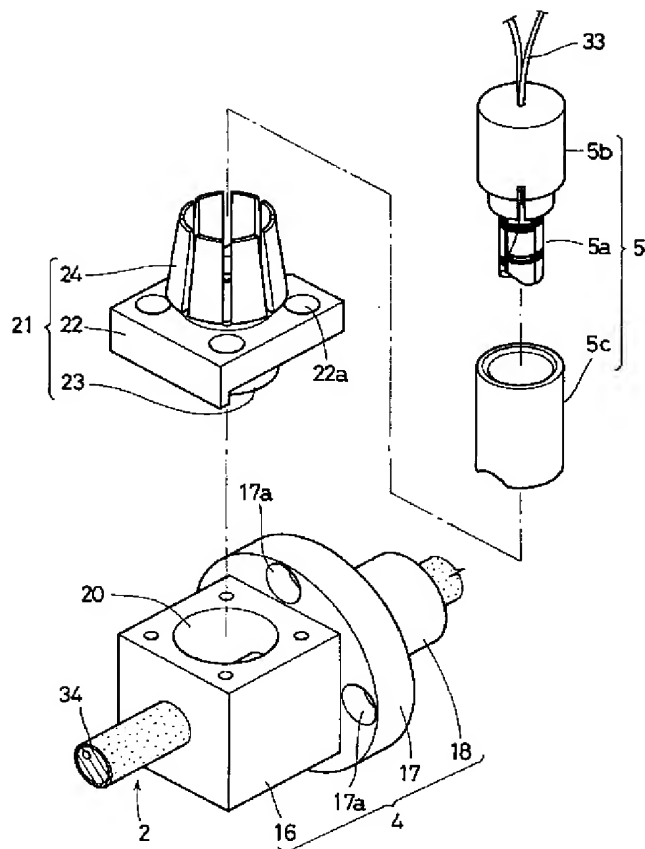
【図1】



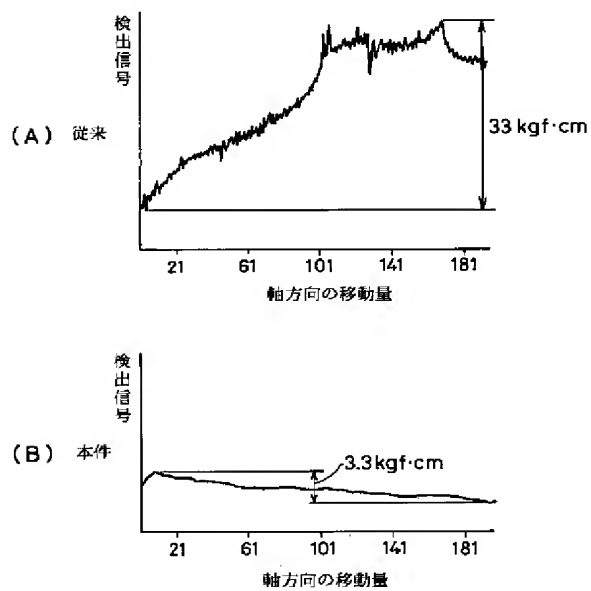
【図3】



【図4】

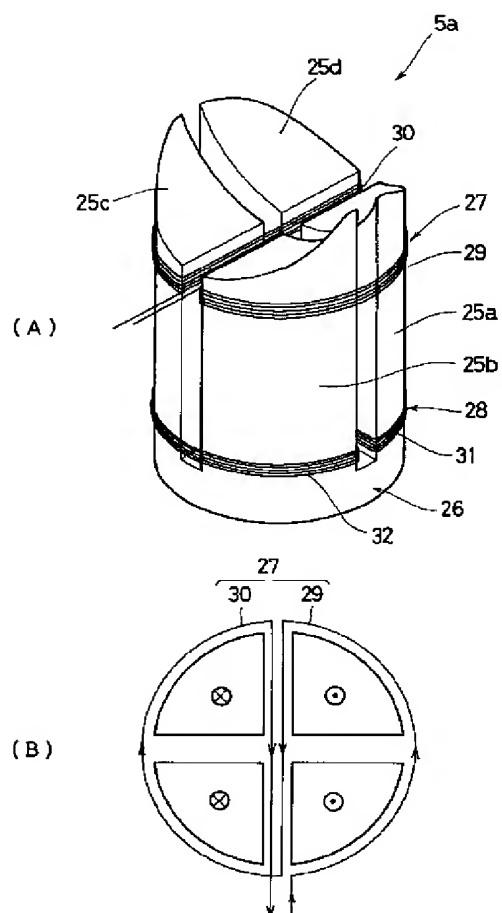


【図7】

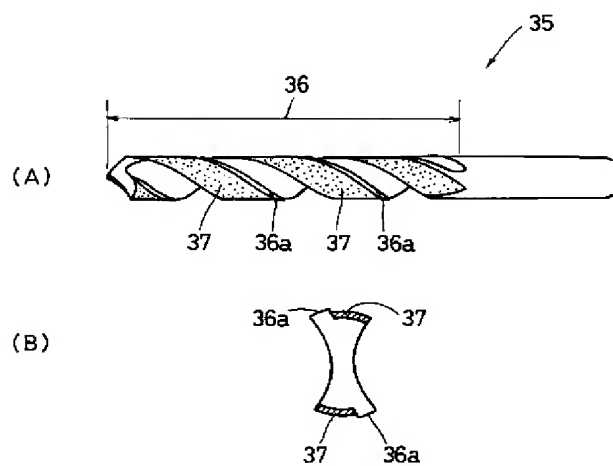




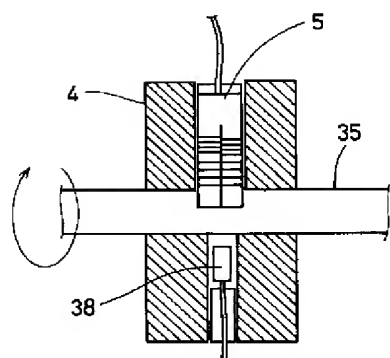
【図5】



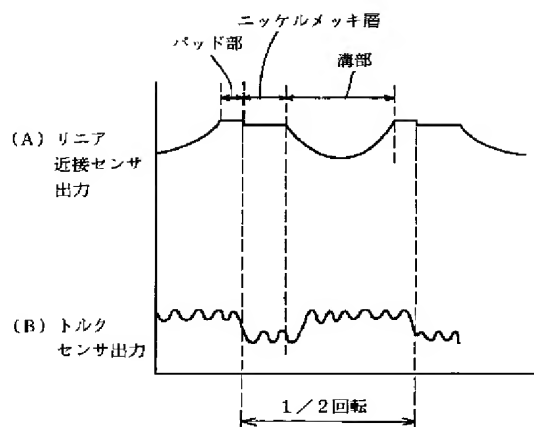
【図8】



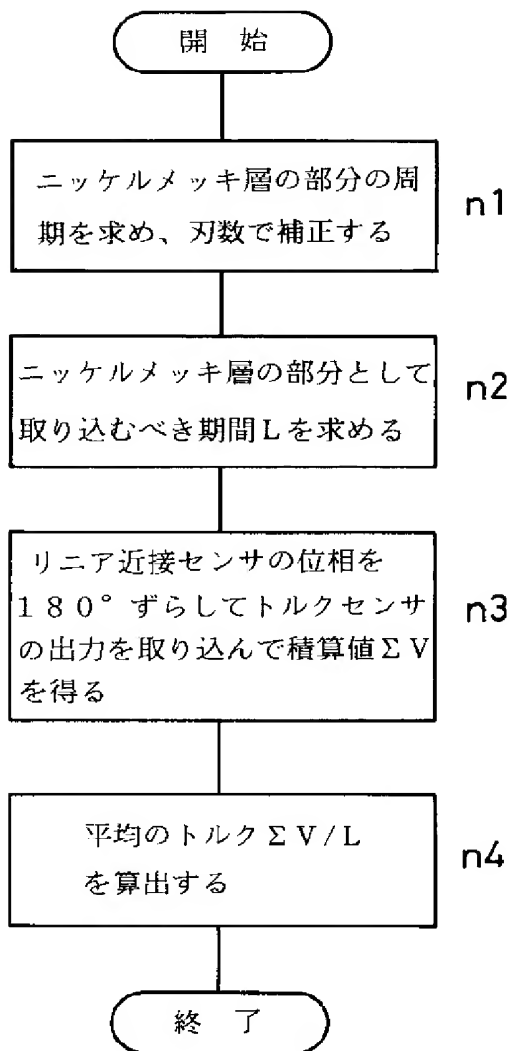
【図9】



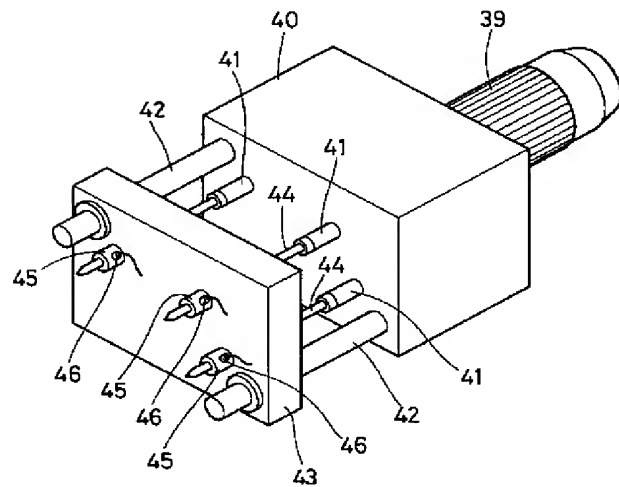
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 二井谷 春彦  
 広島県広島市南区宇品東五丁目3番38号  
 トーヨーエイテック株式会社内

**PAT-NO:** JP408136375A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 08136375 A  
**TITLE:** ROTARY TOOL, BUSH SUPPORTING  
THE ROTARY TOOL AND TORQUE  
SENSOR AND MACHINE TOOL  
SYSTEM  
**PUBN-DATE:** May 31, 1996

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
MISUMI, SHUICHI	
YAMASHITA, TOSHIHIRO	
NIITANI, HARUHIKO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
OMRON CORP	N/A
TOYO A TEC KK	N/A

**APPL-NO:** JP06275112  
**APPL-DATE:** November 9, 1994

**INT-CL (IPC):** G01L005/24 , B23B047/00 ,  
B23B051/00 , B25B023/14 ,  
G01L003/10

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To reduce the magnetic nonuniformity

and correctly measure a torque impressed to a rotary tool by forming a magnetostriction layer at the outer periphery of the rotary tool.

CONSTITUTION: A bush 4 with a through hole is set to a bush plate 15a of a table 15 carrying a work 3 to which a deep hole is to be formed. A magnetostrictive torque sensor 5 for detecting a torque to a gun drill 2 is fitted to the bush 4. The drill 2 is fitted to a spindle 8 via a chuck 14 and moreover held by the bush 4 in a state to be able to freely rotate and reciprocate. The drill 2 has a nickel-plated layer 34 showing a large magnetostriction effect at the outer periphery of a straight shank part which is an area where the sensor 5 detects the torque when the drill rotates and reciprocates in the axial direction. Therefore, the magnetic nonuniformity at the detecting area is greatly reduced, and irregularities of detecting signals subsequent to the reciprocation of the drill are diminished. The torque of the drill 2 can be measured correctly.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO